

Method and device for guiding vehicles as a function of the traffic situation

Patent Number: ☐ US5818356
Publication date: 1998-10-06
Inventor(s): SCHUESSLER ROBERT (DE)
Applicant(s): DAIMLER BENZ AG (DE)
Requested Patent: ☐ DE19539641
Application Number: US19960735985 19961025
Priority Number(s): DE19951039641 19951025
IPC Classification: G08G1/123
EC Classification: G01C21/34, G08G1/0968, G09B29/10C
Equivalents: ☐ FR2740594, ☐ GB2306738, IT1286355, ITRM960722, JP2876472B2,
☐ JP9223296

Abstract

A method and a device for vehicle guidance as a function of the traffic situation is provided, during which vehicle guidance the traffic situation data are evaluated in a control center which has a computer. The control center computer determines the optimum route as a function of starting data, the traffic situation data and stored road network data in the form of sequences of intermediate destinations such that a vehicle-end navigation device is capable of reproducing successive sections of the optimum route and issuing the associated guidance instructions by using a traffic situation-independent route search method. This system permits a traffic situation-dependent vehicle guidance in which the more costly route optimization tasks are performed by the control center computer. The vehicle-end navigation computer only has to carry out traffic situation-independent route finding tasks.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)



① BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 39 641 A 1**

⑤ Int. Cl.⁸:
G 08 G 1/09
G 08 C 17/02
G 06 F 19/00
G 01 C 21/04
G 09 B 29/10
// G 06 F 165:00

⑲ Aktenzeichen: 195 39 641.3
⑳ Anmeldetag: 25. 10. 95
㉑ Offenlegungstag: 30. 4. 97

DE 195 39 641 A 1

⑦ Anmelder:
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE

⑧ Erfinder:
Schüssler, Robert, Dipl.-Ing., 70597 Stuttgart, DE

⑥ Entgegenhaltungen:
DE 42 14 067 C2
DE 43 01 875 A1
DE 41 39 581 A1
CH 5 45 511

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

④ Verfahren und Einrichtung zur verkehrssituationsabhängigen Fahrzeugzielführung

⑤ Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Einrichtung zur verkehrssituationsabhängigen Fahrzeugzielführung, bei der die Verkehrssituationsdaten in einer über einen Rechner verfügenden Leitzentrale ausgewertet werden.

Erfindungsgemäß ermittelt der Leitzentralenrechner die optimale Fahrtroute in Abhängigkeit von Anfangsdaten, den Verkehrssituationsdaten und abgespeicherten Wagenetzdaten in Form von Zwischenzielortfolgen derart, daß eine fahrzeugseitige Navigationseinrichtung aufeinanderfolgende Abschnitte der optimalen Fahrtroute mittels eines verkehrssituationsunabhängigen Routensuchverfahrens zu reproduzieren und die zugehörigen Zielführungshinweise zu geben vermag. Dieses System ermöglicht eine verkehrssituationsabhängige Fahrzeugzielführung, bei der die aufwendigeren Routenoptimierungsaufgaben vom Leitzentralenrechner übernommen werden und der fahrzeugseitige Navigationsrechner nur verkehrssituationsunabhängige Routenfindungsaufgaben zu lösen hat.

Verwendung z. B. zur Zielführung für Straßenfahrzeuge.

DE 195 39 641 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur verkehrssituationsabhängigen, rechnergestützten Fahrzeugzielführung, bei dem die zur Fahrzeugzielführung verwendeten Verkehrssituationsdaten in einer Leitzentrale bereitgestellt und zur Ermittlung optimaler Fahrtrouten verwendet werden, sowie auf eine zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Einrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 4.

Zur rechnergestützten Fahrzeugzielführung sind bereits verschiedene Systeme bekannt. Zum einen gibt es vollkommen fahrzeugautonom arbeitende Navigationssysteme, bei denen fahrzeugseitig eine Navigationseinrichtung mit einem Navigationsrechner, einem von diesem auslesbaren Wegenspeicher und einer an den Navigationsrechner angeschlossenen Navigationssensorik vorgesehen ist. Über die Navigationssensorik bestimmt der Navigationsrechner den momentanen Fahrzeugort. Nach Eingabe eines Zielortes ermittelt er anhand des im Wegenspeicher abgelegten Wegensetz die optimale Fahrtroute zwischen dem momentanen Fahrzeugort oder einem eingegebenen Startort und einem eingegebenen Zielort. Anhand der ermittelten optimalen Fahrtroute gibt die Navigationseinrichtung entsprechende optische und/oder akustische Zielführungsinformationen für den Fahrzeugführer ab.

Ein solches System ist beispielsweise in der Patentschrift DE 36 09 288 C2 beschrieben. Ein ähnliches System, bei dem in den abgespeicherten Wegensetzdaten neben Einbahnstraßen und langjährigen Baustellen auch Tempolimits, Stoppschilder oder regelmäßige Sperrungen berücksichtigt sind, ist in dem Zeitschriftenbeitrag "IAA '93: Elektronik für den Verkehr", Funkschau 24/1993, Seite 60 beschrieben.

Diese Art der Ermittlung der Fahrtroute allein anhand der quasistatischen Wegensetzdaten und der Erzeugung entsprechender Zielführungsinformationen in Form von optisch und/oder akustisch abgegebenen Hinweisen zum Abbiegen etc. kann sich unter Berücksichtigung der jeweils aktuellen Verkehrssituation, z. B. wegen temporärem Auftreten von Unfällen, Baustellen oder Staus, als nicht optimal erweisen. Neuere Bestrebungen zielen deshalb auf die Realisierung dynamischer Zielführungssysteme ab, d. h. auf solche, die auch die jeweils aktuelle Verkehrssituation in die Fahrtroutenbestimmung einbeziehen.

Ein Zielführungssystem, bei welchem die Bestimmung optimaler Fahrtrouten in einer Leitzentrale erfolgt, wurde beispielsweise von der Firma Siemens unter der Bezeichnung "Euroscout" entwickelt, siehe den Zeitschriftenbeitrag "Verkehrs-Management: Ein neuer Schlüsselmarkt", Funkschau 23/1993, Seiten 46 bis 50. Bei diesem System ist ein Datenaustausch zwischen einem jeweiligen Fahrzeugendgerät und Sende- und Empfangseinrichtungen vorgesehen, die entlang des vom Fahrzeug nutzbaren Wegensetzes angeordnet sind und ihrerseits mit der Verkehrsleitzentrale in Datenaustauschverbindung stehen. Ein Rechner in der Leitzentrale erhält über diese Datenübertragungsstrecke vom jeweiligen Fahrzeug anonym Daten über den Verkehrsfluß und berechnet und sendet ständig verkehrssituationsabhängig optimierte Fahrtrichtungsinformationen, die sich fahrzeug- und fahrzielunspecifisch jeweils auf eine Wegensetzumgebung einer jeden der wegensetzseitigen Sende- und Empfangseinrichtungen beziehen, an alle am System teilnehmenden Fahrzeuge. Das jeweilige fahrzeugseitige Endgerät verfügt über keinen Wegens-

enspeicher und keine Navigationssensorik, sondern über eine Verarbeitungseinheit, welche aus den empfangenen Fahrtrichtungsdaten die zum Erreichen des ihr bekannten Fahrziels relevanten Daten auswählt und optische und akustische Richtungshinweise an den Fahrzeugführer gibt, die ihn zum Zielort führen.

Eine alternative Möglichkeit bei einem solchen System besteht darin, die bei der Zentrale gesammelt vorliegenden Verkehrssituationsinformationen auch über das sogenannte GSM-Mobilfunknetz oder über den sogenannten RDS-TMC-Verkehrsfunkkanal an eine jeweilige fahrzeugseitige Navigationseinrichtung zu übertragen, die daraus die verkehrssituationsabhängig optimale Fahrtroute ermittelt.

Die zusätzliche Berücksichtigung der momentanen Verkehrssituation stellt höhere Anforderungen an die an der Fahrtroutenbestimmung beteiligten fahrzeugseitigen Komponenten. Zum einen wird für das abgespeicherte Wegensetz eine standardisierte Form der Geometrie-Kodierung benötigt, um alle erhaltenen Verkehrssituationsinformationen geographisch eindeutig einer jeweiligen Position im abgespeicherten Wegensetz zuordnen zu können. Zum anderen sind die jeweils eintreffenden Verkehrssituationsinformationen kontinuierlich im Hinblick auf Konsequenzen für die aktuell optimale Fahrtroute zu bewerten und komplexe Routenoptimierungsaufgaben in Echtzeit zu lösen, was schnelle Datenspeicher und leistungsfähige Rechner erfordert. Bei dem oben erwähnten, bekannten System mit dynamischer Fahrzeugzielführung müssen diese Anforderungen gänzlich von der fahrzeugseitigen Navigationseinrichtung erfüllt werden, was einen relativ hohen Aufwand für die Navigationseinrichtung jedes Fahrzeugs erfordert.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Verfahrens und einer Einrichtung der eingangs genannten Art zugrunde, die mit vergleichsweise geringem Aufwand eine zuverlässige, die jeweilige aktuelle Verkehrssituation berücksichtigende Fahrzeugzielführung ermöglichen.

Dieses Problem wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch eine Einrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 4 gelöst. Bei diesem Verfahren und dieser Einrichtung wird die Ermittlung der jeweiligen optimalen Fahrtroute für alle systembeteiligten Fahrzeuge fahrzeug- und fahrzielunspecifisch in der Verkehrsleitzentrale durchgeführt, die zu diesem Zweck mit einem geeigneten Rechner ausgestattet ist. Da sich dieser fahrtroutenbestimmende Rechner in der Leitzentrale und nicht in einem jeweiligen Fahrzeug befindet, kann er problemlos so ausreichend dimensioniert werden, beispielsweise als Großrechenanlage, daß er die erforderlichen Fahrtroutenbestimmungsaufgaben für alle beteiligten Fahrzeuge in Echtzeit zu lösen vermag. Nach der Bestimmung einer optimalen Fahrtroute kommt zwar als eine Möglichkeit in Betracht, vom Leitzentralenrechner auch die zugehörigen Zielführungshinweise erzeugen und zum Fahrzeug per Datenkommunikation übertragen zu lassen, jedoch erfordert dies eine aufwendige Kommunikationsinfrastruktur, z. B. in Form straßenseitiger Baken, und zahlreiche Kommunikationsvorgänge zwischen der Leitzentrale und dem jeweiligen Fahrzeug. Deshalb ist erfindungsgemäß die Beibehaltung einer fahrzeugseitigen Navigationseinrichtung und die Ermittlung von Zwischenzielorten durch den Leitzentralenrechner und Übertragung der entsprechenden Zwischenzielorte zur fahrzeugseitigen Navigationseinrichtung derart vorge-

sehen, daß letztere anhand der Zwischenzielorte und des bei ihr abgespeicherten Wegenetzes die optimale Fahrtroute eindeutig zu reproduzieren vermag, ohne daß der fahrzeugseitige Navigationsrechner Daten über die aktuelle Verkehrssituation zu berücksichtigen braucht. Er kann daher in seiner Leistungsfähigkeit auf die herkömmliche, rein wegenetzbasierende Fahrtroutenbestimmung beschränkt bleiben und folglich problemlos auf seine fahrzeugseitige Unterbringung hin dimensioniert werden. Außerdem ist zur Zielführung keine Übertragung von Verkehrssituationsinformationen zu den Fahrzeugen erforderlich, diese sind vielmehr implizit in der vom Leitzentralenrechner vorgenommenen Auswahl der Zwischenzielorte enthalten. Anhand der übermittelten Zwischenzielorte vermag der fahrzeugseitige Navigationsrechner sukzessive die einzelnen Abschnitte der verkehrssituationsabhängig optimalen Fahrtroute zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Zwischenzielorten und damit schließlich den gesamten Verlauf dieser optimalen, vom Leitzentralenrechner im voraus bestimmten Fahrtroute zu reproduzieren, wobei er jeweils die zugehörigen Zielführungshinweise generiert. Damit wird erreicht, daß anstelle aller die optimale Fahrtroute festlegender Daten lediglich die Zwischenzielortdaten und zudem keine Zielführungshinweisdaten von der Leitzentrale zu den Fahrzeugen übertragen werden müssen.

Bei dem nach Anspruch 2 weitergebildeten Verfahren ist die von der Leitzentrale zum jeweiligen Fahrzeug zu übermittelnde Datenmenge dadurch minimiert, daß nur die Mindestmenge an Zwischenzielorten ermittelt und übertragen wird, die zur eindeutigen Reproduktion der optimalen Fahrtroute durch den fahrzeugseitigen Navigationsrechner erforderlich ist.

In Anspruch 3 sind vorteilhafte Varianten zur Aktivierung eines jeweiligen Fahrzeugzielführungsvorgangs nach dem erfindungsgemäßen Zielführungsverfahren angegeben.

Bei einer nach Anspruch 5 weitergebildeten Fahrzeugzielführungseinrichtung dient eine Mobilfunkstrecke zur Datenkommunikation zwischen der Leitzentrale und den beteiligten Fahrzeugen.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Fahrtroutenplan zur Veranschaulichung eines verkehrssituationsabhängigen Fahrzeugzielführungsvorgangs,

Fig. 2 ein schematisches Blockdiagramm einer Einrichtung zur verkehrssituationsabhängigen Fahrzeugzielführung und

Fig. 3 einen Programmablaufplan des von der Einrichtung von Fig. 2 durchführbaren Fahrzeugzielführungsverfahrens.

In Fig. 1 ist anhand eines Routenplans die Wirkungsweise der nach dem Verfahrensablauf gemäß Fig. 3 arbeitenden Einrichtung von Fig. 2 veranschaulicht. Der Zielführung liegt ein anhand eines zweidimensionalen Koordinatensystems, in Fig. 1 durch fünf x-Koordinatenlinien (x_1 bis x_5) und fünf y-Koordinatenlinien (y_1 bis y_5) angedeutet, abgespeichertes Wegenetz zugrunde. Im Beispiel von Fig. 1 befindet sich ein Fahrzeug an einem Startort (S) mit den Koordinaten (x_5, y_1). Der Fahrzeugführer gibt als Zielort (Z) den Ort mit den Koordinaten (x_1, y_5) an. Es sei angenommen, daß sich ohne Berücksichtigung der aktuellen Verkehrssituation als optimale Fahrtroute, welche aus einem entsprechenden Standard-Routensuchverfahren als die geometrisch kürzeste

und/oder schnellste Route zwischen dem Startort (S) und dem Zielort (Z) entlang des abgespeicherten Wegenetzes resultiert, die in Fig. 1 punktiert gezeichnete Fahrtroute (R_1) ergeben würde. Weiter sei angenommen, daß entlang dieser verkehrssituationsunabhängig optimalen Fahrtroute (R_1) an zwei durch Doppelstrich markierten Routenabschnitten (A_1, A_2) jeweils eine Verkehrsstörung vorliegt. Damit ist die geometrisch kürzeste und/oder schnellste Fahrtroute (R_1) nicht mehr die günstigste Fahrtroute, vielmehr ergibt sich als verkehrssituationsabhängig optimale Fahrtroute eine geänderte Route (R_2), deren Verlauf wie in Fig. 1 als durchgezogene Linie dargestellt angenommen ist. Entlang dieser verkehrssituationsabhängig optimalen Fahrtroute (R_2) werden neben dem Startort (S) und dem Zielort (Z), die zwei uneigentlichen Zwischenzielorte darstellen, genau so viele zwischen Startort (S) und Zielort (Z) liegende, eigentliche Zwischenzielorte, im Beispiel von Fig. 1 sind dies zwei Zwischenzielorte (Zz_1, Zz_2), ermittelt, wie zur eindeutigen Reproduktion der verkehrssituationsabhängig optimalen Fahrtroute (R_2) mittels sukzessiver, verkehrssituationsunabhängiger Standard-Routensuchvorgänge nach dem Prinzip der geometrisch kürzesten und/oder schnellsten Verbindung zwischen jeweils einem Zwischenzielort als Ausgangspunkt und einem nachfolgenden Zwischenzielort als Endpunkt erforderlich sind. Auf diese Weise können die einzelnen, zwischen je zwei Zwischenzielorten (S, Zz_1 , Zz_2 , Z) liegenden Abschnitte (W_1, W_2, W_3) der verkehrssituationsabhängig optimalen Fahrtroute anhand des abgelegten Wegenetzes und der Daten über die Zwischenzielorte (S, Zz_1 , Zz_2 , Z) durch ein vergleichsweise einfaches, weil verkehrssituationsunabhängig arbeitendes Fahrzeugnavigationssystem mit einem Standard-Routensuchverfahren nacheinander ermittelt werden, womit das Fahrzeug entlang der unter Beachtung der momentanen Verkehrssituation optimalen Fahrtroute unterstützt durch entsprechende Zielführungshinweise des fahrzeugseitigen Navigationssystems zum gewünschten Zielort (Z) geführt werden kann.

Fig. 2 zeigt eine für eine derartige Zielführung geeignete Einrichtung. Sie beinhaltet eine Verkehrsleitzentrale (1) mit einem Leitzentralenrechner (1a), der insbesondere Zugriff auf einen elektronischen Speicher (1b) hat, in welchem Daten eines zugrundegelegten Wegenetzes, Daten über eingehende Verkehrsstörungsmeldungen sowie je nach Anwendungsfall weitere Daten abgespeichert sind. Weitere herkömmliche, in der Leitzentrale vorgesehene Komponenten sind der Einfachheit halber nicht im einzelnen dargestellt. Der Leitzentralenrechner (1a) ist so ausgelegt, daß er für alle beteiligten Fahrzeuge dynamische, d. h. verkehrssituationsabhängige Fahrtroutenbestimmungen in Echtzeit unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrssituation durchzuführen vermag.

Jedes beteiligte, in Fig. 2 als gestrichelter Block symbolisierte Fahrzeug (2) beinhaltet eine Navigationseinrichtung, die sich aus einem Navigator (3), einer Navigatorsteuereinheit (4) und einer Mobil-Kommunikationseinheit (5) zusammensetzt. Die Navigatorsteuereinheit (4) steuert den Funktionsablauf im Navigator (3) und kann wahlweise als separate oder als mit dem Navigator (3) integrierte Systemeinheit ausgelegt sein. Über seine Mobil-Kommunikationseinheit (5) und eine Mobilfunkstrecke (6) steht jede fahrzeugseitige Navigationseinrichtung mit der Leitzentrale (1) in bidirektionaler Datenaustauschverbindung. Die Navigatorsteuereinheit (4) beinhaltet eine steuernde Prozessoreinheit (7), die

über einen Kommunikationsprozessor (8), der die fahrzeugseitige Einheit zur Abwicklung der Datenkommunikationsvorgänge bildet, sowie über ein Modem (9) zur A/D-bzw. D/A-Wandlung der Daten und eine Schnittstelle (10) mit der Mobil-Kommunikationseinheit in Verbindung steht. Außerdem verfügt die Navigatorsteuereinheit (4) über einen an die Prozessoreinheit (7) angeschlossenen Datenspeicher (11) zur Speicherung von Daten über den vom Fahrer eingegebenen Zielort (Z), von Daten über die eigentlichen Zwischenzielorte (Z_{z1} , Z_{z2}), die jeweils von der Leitzentrale (1) übermittelt werden, von Daten über die Verfügbarkeit der Leitzentrale (1) sowie von Daten für den Verbindungsaufbau zur Leitzentrale (1).

Der Navigator (3) beinhaltet einen Navigationsrechner (12), der über eine Schnittstelle (13) mit der Prozessoreinheit (7) der Navigatorsteuereinheit (4) in Verbindung steht, sowie einen Wegenetzspeicher (14), auf den der Navigationsrechner (12) Zugriff hat und in welchem das vom Fahrzeug befahrbare Wegenetz in Koordinatenform abgelegt ist. Außerdem verfügt der Navigator (3) über eine Navigationssensorik (15), über die er die momentane Fahrzeugposition ermittelt, sowie über eine Eingabe/Ausgabe-Einheit (16) zur optischen und/oder akustischen Abgabe von Zielführungshinweisen, wie Abbiegehinweisen etc., sowie zur Dateneingabe, z. B. der Zielortdaten, durch den Benutzer. Über die Verbindung des Navigationsrechners (12) mit der steuernden Prozessoreinheit (7) gibt der Navigationsrechner (12) Daten über die Typidentität des Navigators (3) und des im Wegenetzspeicher (14) abgespeicherten Wegenetzes, Daten über den eingegebenen Zielort (Z), die momentane Fahrzeugposition als Startort (S) und über gegebenenfalls vom Navigator (3) selbst erzeugte oder vom Fahrer über die Eingabe/Ausgabe-Einheit (16) eingegebene Anforderungen zur Aktivierung eines Zielführungsvorganges sowie über eine Information, daß der Zielort (Z) erreicht wurde, an die Navigatorsteuereinheit (4) weiter. Deren Prozessoreinheit (7) steuert anhand dieser Daten den Zielführungsvorgang, was insbesondere die sukzessive Zuführung der Daten über die einzelnen Zwischenzielorte (Z_{z1} , Z_{z2}) zum Navigationsrechner (12) und das Aktivieren der einzelnen Standard-Routensuchvorgänge durch den Navigationsrechner (12) abschnittsweise zwischen je zwei Zwischenzielorten (S , Z_{z1} , Z_{z2} , Z) umfaßt.

Das von der Einrichtung gemäß Fig. 2 durchführbare Fahrzeugzielführungsverfahren ist in seinem Ablauf in Fig. 3 dargestellt, wobei der Verfahrensablauf hauptsächlich durch die in Fig. 3 gestrichelt angedeutete Navigatorsteuereinheit (4) gesteuert wird. An entsprechenden Stellen des Verfahrensablaufs finden Datenkommunikationsvorgänge der Navigatorsteuereinheit (4) zum einen mit dem punktiert symbolisierten Navigator (3) und zum anderen über die ebenfalls punktiert symbolisierte Mobil-Kommunikationseinheit (5) mit der Leitzentrale (1) statt, die jeweils durch entsprechende Richtungs Pfeile wiedergegeben sind.

In einem einleitenden Schritt (20) empfängt die Navigatorsteuereinheit (4) gegebenenfalls eine Anforderung zur Durchführung eines Zielführungsvorgangs vom Navigator (3) oder von der Leitzentrale (1). Eine solche Zielführungsaktivierung kann, wenn sich das Fahrzeug in einem Gebiet bzw. auf einem Wegenetz bewegt, für welches eine Zielführung über die Leitzentrale (1) verfügbar ist, auf unterschiedliche Weisen angefordert werden, wobei gegebenenfalls mehrere Leitzentralen großflächig über das Gebiet des vom Fahrzeug benutzbaren

Wegenetzes verteilt vorgesehen sein können. Als Varianten für die Anforderung eines Zielführungsvorgangs kommt insbesondere in Betracht, eine derartige Aktivität automatisch durch den Navigator (3) stets bei Fahrtantritt und/oder in regelmäßigen Zeitabständen während der Fahrt und/oder ereignisabhängig während der Fahrt, insbesondere wenn im Fahrzeug über einen Verkehrsfunkkanal fahrtroutenrelevante Verkehrsinformationen eintreffen, oder aber automatisch durch die Leitzentrale (1) ereignisabhängig während der Fahrt, wenn in der Leitzentrale (1) fahrtroutenrelevante Verkehrsinformationen eintreffen, oder jeweils auf Anforderung des Fahrzeugführers auszulösen. Zielführungsanforderungen von der Leitzentrale (1) erhält die Navigatorsteuereinheit (4) über die Mobilfunkstrecke (6) und die Mobil-Kommunikationseinheit (5). Wenn im anschließenden Anforderungsabfrageschritt (21) die Existenz einer Zielführungsanforderung festgestellt wird, wird zu einem nächsten Schritt (22) übergegangen, in welchem die Navigatorsteuereinheit (4) vom Navigator (3) Daten über den Zielort (Z), den Startort (S) sowie die Typidentifikation des Navigators (3) und seines Wegenetzspeichers (14) einliest.

Im anschließenden Schritt (23) wird abgefragt, ob der Fahrzeugzielführungsdienst der Leitzentrale (1) verfügbar ist. Wenn nicht, wird zum Verfahrensbeginn zurückgesprungen. Wenn der Dienst verfügbar ist, wird als nächstes eine Verbindung zur Leitzentrale (1) aufgebaut (Schritt 24). Im nächsten Schritt (25) werden die vom Navigator (3) zuvor empfangenen Anfangsdaten, d. h. die Daten über Zielort (Z), Startort (S) sowie Navigator- und Wegenetzspeichertyp, an die Leitzentrale (1) übertragen. Daraufhin ermittelt der Leitzentralenrechner (1a) unter Berücksichtigung dieser Daten sowie der in der Leitzentrale (1) bereitgestellten Verkehrssituationsdaten und der abgespeicherten Wegenetzdaten die momentan verkehrssituationsabhängig optimale Fahrtroute (R_2) zwischen Startort (S) und Zielort (Z), wie zu Fig. 1 oben angegeben. Außerdem ermittelt er die Minimalmenge an eigentlichen Zwischenzielorten (Z_{z1} , Z_{z2}) die zur abschnittweisen, eindeutigen Reproduktion dieser verkehrssituationsabhängig optimalen Fahrtroute (R_2) durch den fahrzeugseitigen Navigationsrechner (12) anhand verkehrssituationsunabhängig durchgeführter Standard-Routensuchvorgänge zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Zwischenzielorten (S , Z_{z1} , Z_{z2} , Z) mindestens benötigt werden. Die Daten der eigentlichen Zwischenzielorte (Z_{z1} , Z_{z2}) enthalten damit implizit die Informationen zur Umfahrung eventueller Verkehrsstörungen zwischen Startort (S) und Zielort (Z).

Es versteht sich dabei, daß der Leitzentralenrechner (1a) die Ermittlung der verkehrssituationsabhängig optimalen Fahrtroute (R_2) und insbesondere die Auswahl der eigentlichen Zwischenzielorte (Z_{z1} , Z_{z2}) passend für den jeweiligen Typ des fahrzeugseitig verwendeten Navigators (3) und des fahrzeugseitig im betreffenden Speicher (14) abgelegten Wegenetzes vornimmt, wozu ihm die entsprechenden Typidentifikationsdaten zugeführt sind. Der Leitzentralenrechner (1a) bestimmt die jeweils momentan verkehrssituationsbedingt günstigste Fahrtroute in Echtzeit, wobei anschließend auf die Übertragung der diese optimale Fahrtroute eindeutig festlegenden, verhältnismäßig großen Datenmenge von der Leitzentrale (1) zum betreffenden Fahrzeug (2) verzichtet und statt dessen in einem nächsten Schritt (26) nur die für die fahrzeugseitige Navigationseinrichtung spezifisch ermittelten Daten der eigentlichen Zwischen-

zielorte (Zz_1, Zz_2) zum Fahrzeug (2) übertragen werden, wo sie von der Navigatorsteuereinheit (4) empfangen und in deren Datenspeicher (11) abgespeichert werden. Daraufhin baut die Navigatorsteuereinheit (4) die Verbindung zur Leitzentrale (1) ab (Schritt 27). An dieser Stelle kann zudem eine Kostenerfassung für die von der Leitzentrale (1) durchgeführte Fahrtroutenoptimierung in Abhängigkeit von der Benutzungsintensität der Mobilfunkstrecke (6) und/oder des Leitzentralenrechners (1a) erfolgen.

Im nächsten Schritt (28) schaltet die Navigatorsteuereinheit (4) den Navigator (3) auf Standard-Routensuche, die darin besteht, daß der Navigationsrechner (12) anhand eines jeweils vorgegebenen Anfangspunktes und Endpunktes nach einem herkömmlichen, verkehrssituationsunabhängigen Routenoptimierungsprinzip, z. B. nach dem Prinzip des innerhalb des Wegenetzes geometrisch kürzesten Weges oder der kürzesten Fahrzeit unter Berücksichtigung verschiedener Wegekategorien wie Autobahnen, Landstraßen etc., die zwischenliegende günstigste Fahrtroute ermittelt. Dazu wird dem Navigator (3) ein jeweils nächstfolgender Zwischenzielort (Zz_1, Zz_2, \dots, Z) als Endpunkt für den neuen durchzuführenden Standard-Routensuchvorgang vorgegeben (Schritt 29). Im ersten Verfahrensdurchlauf eines Zielführungsvorgangs ist dies der erste eigentliche Zwischenzielort (Zz_1), während der Startort (S) als Anfangspunkt dient. Im jeweils nächsten Durchlauf dient der vorherige Endpunkt als Anfangspunkt und der auf diesen folgende Zwischenzielort als neuer Endpunkt. Der Navigator (3) ermittelt daraufhin die günstigste Route zwischen Anfangs- und Endpunkt mittels der Standard-Routensuche und reproduziert dadurch den jeweiligen Abschnitt (W_1, W_2, \dots) der verkehrssituationsabhängig optimalen Fahrtroute (R_2). Zudem generiert er die zu dem betreffenden Routenabschnitt (W_1, W_2, \dots) gehörigen optischen und/oder akustischen Zielführungshinweise und gibt sie für den Fahrzeugführer aus.

Nach Bestimmung des jeweiligen Abschnitts (W_1, W_2, \dots) der optimalen Fahrtroute (R_2) wertet die Navigatorsteuereinheit (4) die Navigatorstatusdaten aus und erfaßt über ihre Kommunikationskanäle das eventuelle Anstehen einer aktuellen, neuen Zielführungsanforderung seitens des Navigators (3), der Leitzentrale (1) oder des Fahrzeugführers ab (Schritt 30). Wenn das Anstehen einer aktualisierten Zielführungsanforderung im anschließenden Abfrageschritt (31) festgestellt wird, kehrt das Verfahren vor den Schritt (22) zurück, in welchem die Navigatorsteuereinheit (4) die vom Navigator (3) bereitzustellenden Anfangsdaten aus letzterem ausliest. Ist keine neue Zielführung angefordert, wird als nächstes geprüft (Schritt 32), ob vom Navigator (3) eine Information empfangen wird, daß das Fahrzeug den für den betreffenden Standard-Routensuchvorgang durch den Navigationsrechner (12) als Endpunkt vorgegebenen Zwischenzielort erreicht hat. Solange dies nicht der Fall ist, wird in einer Schleife zum Status- und Anforderungserfassungsschritt (30) zurückgekehrt.

Sobald das Fahrzeug den betreffenden Endpunkt des momentan anhand von Zielführungshinweisen durch den Navigator (3) befahrenen Routenabschnitts, d. h. im ersten Verfahrensdurchlauf den ersten eigentlichen Zwischenzielort (Zz_1), im zweiten Durchlauf den zweiten eigentlichen Zwischenzielort (Zz_2) usw., erreicht hat und dies der Navigatorsteuereinheit (4) vom Navigator (3) gemeldet wurde, wird abgefragt (Schritt 33), ob dieser Endpunkt dem vorgegebenen Zielort (Z) entspricht. So-

lange dies nicht der Fall ist, kehrt das Verfahren vor den Schritt (29) zur Eingabe des nächsten Zwischenzielortes und Durchführen eines nächsten Durchlaufs der Standard-Routensuche zurück, bei dem der vormalige Endpunkt als Anfangspunkt und der nächste eingegebene Zwischenzielort als neuer Endpunkt zur Reproduktion des nächsten Abschnitts (W_2, W_3, \dots) der fahrsituationsabhängig optimalen Fahrtroute (R_2) fungieren. Dieser Ablauf wiederholt sich so lange, bis im letztgenannten Abfrageschritt (33) festgestellt wird, daß der dem momentanen Fahrzeugort entsprechende Endpunkt der vom Fahrer gewünschte Zielort (Z) ist, daß also im betreffenden letzten Verfahrensdurchlauf der Zielort (Z) erreicht wurde, indem vom Navigator (3) der letzte Abschnitt (W_3) der verkehrssituationsabhängig optimalen Fahrtroute (R_2) zwischen dem letzten eigentlichen Zwischenzielort (Zz_2) und dem Zielort (Z) reproduziert und die zugehörigen Zielführungshinweise abgegeben wurden. Daraufhin kann der Verfahrensablauf durch Eingabe eines neuen Zielortes wieder neu begonnen werden.

Die vorstehende Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels zeigt, daß durch das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Einrichtung eine dynamische, d. h. in Abhängigkeit von der jeweils aktuell vorliegenden Verkehrssituation abhängige Fahrzeugzielführung realisierbar ist, für die fahrzeugseitig lediglich eine herkömmliche Navigationseinrichtung benötigt wird, die nur in der Lage zu sein braucht, mittels eines Standard-Routensuchverfahrens die auf der Basis eines abgespeicherten Wegenetzes günstigste Fahrtroute zwischen einem Anfangspunkt und einem Endpunkt ohne Berücksichtigung der aktuellen Verkehrssituation zu ermitteln. Die aufwendigere verkehrssituationsabhängige Fahrtroutenermittlung ist für alle beteiligten Fahrzeuge in eine oder mehrere Leitzentralen verlagert, die mit genügend leistungsfähigen Rechnern ausgestattet sind, welche die Fahrtroutenoptimierungsaufgaben problemlos in Echtzeit durchzuführen vermögen. Darüber hinaus ermittelt der Leitzentralenrechner abgestimmt auf die jeweils vorhandene fahrzeugseitige Navigationseinrichtung Zwischenzielorte zwischen dem Startort und dem Zielort auf der ermittelten optimalen Fahrtroute derart, daß letztere sukzessive in aufeinanderfolgenden Abschnitten von der fahrzeugseitigen Navigationseinrichtung durch ein verkehrssituationsunabhängiges und damit weniger aufwendiges Routensuchverfahren reproduziert werden kann, wobei der Leitzentralenrechner vorzugsweise nur die zur eindeutigen Reproduktion der optimalen Fahrtroute mindestens erforderlichen Zwischenzielorte bestimmt und zum jeweiligen Fahrzeug übermittelt. Die fahrzeugseitige Navigationseinrichtung produziert daraus abschnittsweise die optimale Fahrtroute zwischen den jeweiligen Zwischenzielorten und generiert die dazugehörigen Zielführungshinweise, die daher nicht vom Leitzentralenrechner erzeugt und zum jeweiligen Fahrzeug übermittelt werden müssen. Diese erfindungsgemäße Aufteilung der Zielführungsaufgaben zwischen Leitzentrale einerseits und fahrzeugseitiger Navigationseinrichtung andererseits hält den Datenübertragungsaufwand minimal und nutzt die Leistungsfähigkeit der herkömmlichen, fahrzeugseitig untergebrachten Navigationsrechner aus, ohne diese mit verkehrssituationsabhängigen Fahrtroutenoptimierungsaufgaben zu belasten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur verkehrssituationsabhängigen

Fahrzeugzielführung, bei dem

- die zur Fahrzeugzielführung verwendeten Verkehrssituationsdaten in einer Leitzentrale (1) bereitgestellt und zur Ermittlung optimaler Fahrtrouten verwendet werden, gekennzeichnet durch folgende Schritte:
- Übertragen benötigter fahrzeugspezifischer Anfangsdaten zur Leitzentrale (1),
- Ermitteln einer optimalen Fahrtroute (R_2) in Abhängigkeit von den Anfangsdaten, den Verkehrssituationsdaten und abgespeicherten Wegenetzdaten und Ermitteln von auf der optimalen Fahrtroute liegenden Zwischenziellorten (Zz_1, Zz_2, \dots) durch einen Rechner (1a) in der Leitzentrale derart, daß jeder zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Zwischenziellorten liegende Abschnitt (W_1, W_2, \dots) der optimalen Fahrtroute von einer fahrzeugseitigen Navigationseinrichtung (3, 4, 5) eindeutig mittels eines verkehrssituationsunabhängigen Routensuchverfahrens eindeutig reproduzierbar ist,
- Übertragen der Zwischenziellortdaten, von der Leitzentrale an die fahrzeugseitige Navigationseinrichtung und
- sukzessives Ermitteln der aufeinanderfolgenden Abschnitte (W_1, W_2, \dots) der optimalen Fahrtroute (R_2) zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Zwischenziellorten mittels des verkehrssituationsunabhängigen Routensuchverfahrens mit einem jeweiligen Zwischenziellort (S, Zz_1, Zz_2, \dots) als Anfangspunkt und einem nachfolgenden Zwischenziellort (Zz_1, Zz_2, \dots, Z) als Endpunkt des jeweiligen Fahrtroutenabschnitts und Erzeugen zugehöriger Zielführungshinweise durch die fahrzeugseitige Navigationseinrichtung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, daß vom Leitzentralenrechner (1a) die zur eindeutigen Reproduktion der verkehrssituationsabhängigen optimalen Fahrtroute (R_2) durch die fahrzeugseitige Navigationseinrichtung (3, 4, 5) mittels deren verkehrssituationsunabhängigem Routensuchverfahren ausreichende Mindestmenge an Zwischenziellorten (Zz_1, Zz_2, \dots) ermittelt und an die fahrzeugseitige Navigationseinrichtung übertragen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Aktivierung eines Zielführungsvorgangs automatisch durch die fahrzeugseitige Navigationseinrichtung (3, 4, 5) bei Fahrtantritt und/oder in regelmäßigen Zeitabständen und/oder ereignisabhängig während der Fahrt oder automatisch durch die Leitzentrale (1) ereignisabhängig während der Fahrt oder auf Fahrer Anforderung hin ausgelöst wird.

4. Einrichtung zur verkehrssituationsabhängigen Fahrzeugzielführung, mit

- einer Leitzentrale (1) mit einem Leitzentralenrechner (1a), der Zugriff zu bereitgestellten Verkehrssituationsdaten hat,
- einer fahrzeugseitigen Navigationseinrichtung (3, 4, 5) mit einem Navigationsrechner (12), einem vom Navigationsrechner auslesbaren Wegenetzspeicher (14) und einer an den Navigationsrechner angeschlossenen Navigationssensorik (15) und
- einer Datenkommunikationsstrecke (6) zwischen der Leitzentrale (1) und der fahrzeugsei-

tigen Navigationseinrichtung (3, 4, 5), gekennzeichnet durch folgende weitere Merkmale zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3:

- in der Leitzentrale (1) ist ein vom Leitzentralenrechner (1a) auslesbarer Wegenetzspeicher (1b) vorgesehen;
- der Leitzentralenrechner ist zur Ermittlung einer optimalen Fahrtroute (R_2) in Abhängigkeit von fahrzeugspezifischen Anfangsdaten, den bereitgestellten Verkehrssituationsdaten und den abgespeicherten Wegenetzdaten sowie zum Ermitteln von auf der optimalen Fahrtroute liegenden Zwischenziellorten (Zz_1, Zz_2, \dots) derart, daß jeder zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Zwischenziellorten liegende Abschnitt (W_1, W_2, \dots) der optimalen Fahrtroute von der fahrzeugseitigen Navigationseinrichtung (3, 4, 5) eindeutig mittels eines verkehrssituationsunabhängigen Routensuchverfahrens reproduzierbar ist, eingerichtet;
- die Datenkommunikationsstrecke (6) ist zur Übertragung der Anfangsdaten zur Leitzentrale (1) und der Zwischenziellortdaten von der Leitzentrale zur fahrzeugseitigen Navigationseinrichtung ausgelegt; und
- die fahrzeugseitige Navigationseinrichtung (3, 4, 5) ist zur sukzessiven Ermittlung der aufeinanderfolgenden Abschnitte (W_1, W_2, \dots) der optimalen Fahrtroute (R_2) zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Zwischenziellorten (S, Zz_1, Zz_2, \dots, Z) mittels des verkehrssituationsunabhängigen Routensuchverfahrens mit einem jeweiligen Zwischenziellort (S, Zz_1, Zz_2, \dots) als Anfangspunkt und einem nachfolgenden Zwischenziellort (Zz_1, Zz_2, \dots, Z) als Endpunkt und zur Erzeugung der zugehörigen Zielführungshinweise eingerichtet.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Datenkommunikationsstrecke von einer Mobilfunkstrecke (6) gebildet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

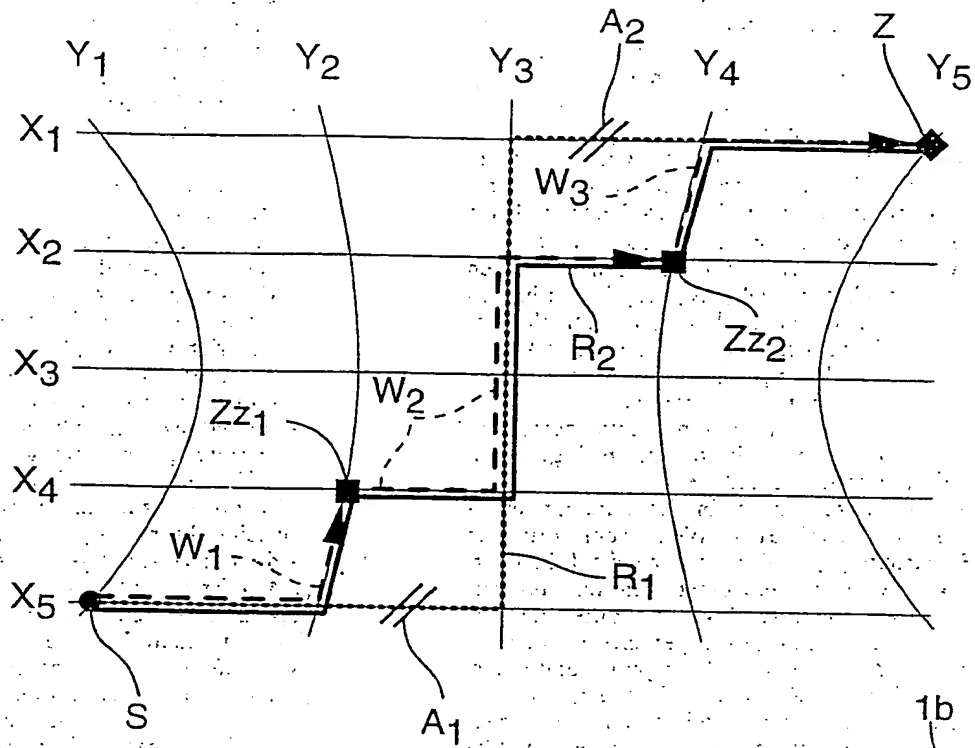


Fig. 2

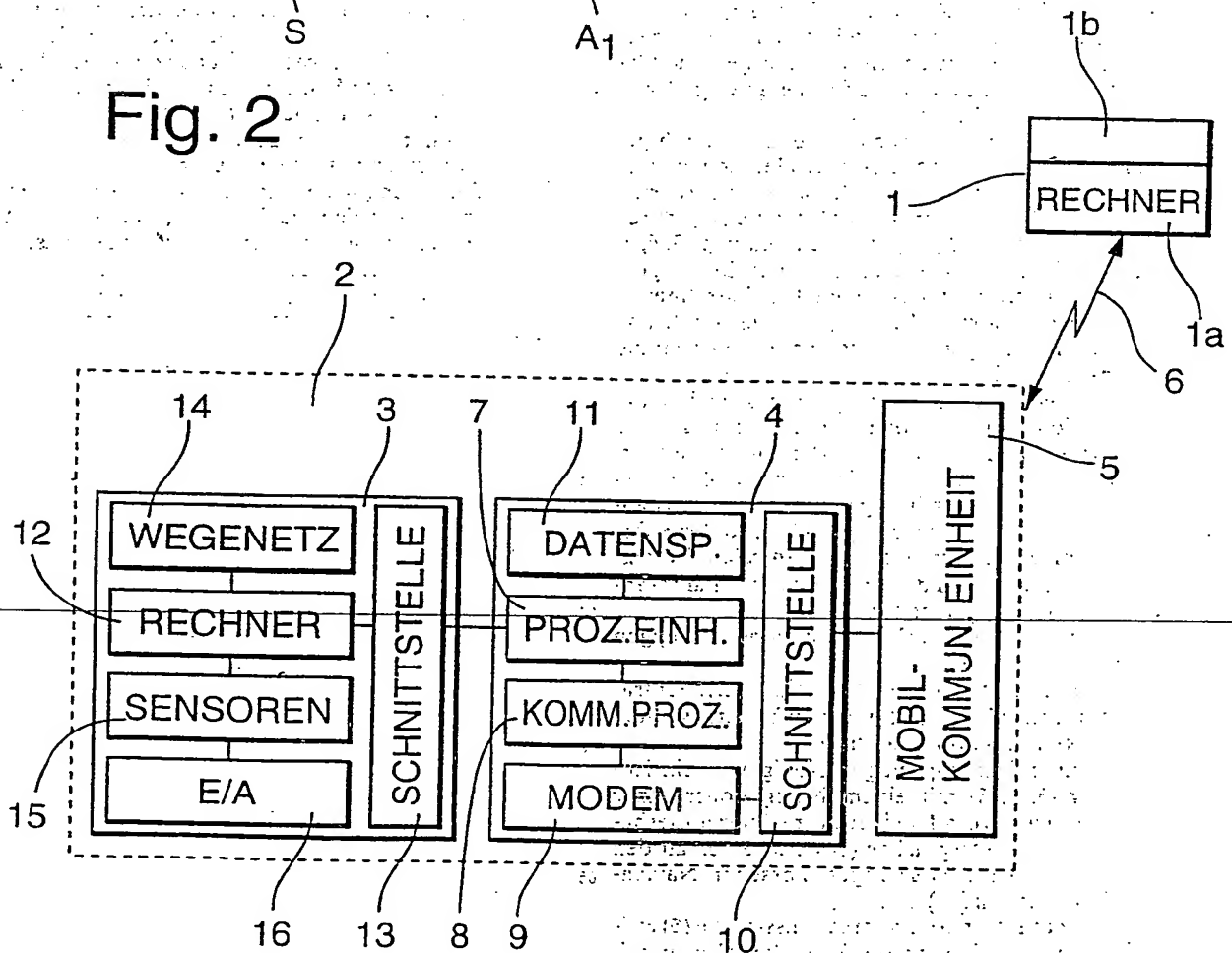


Fig. 3

